

m.H

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 99 / 3069

REC'D	09 DEC 1999
WIPO	PCT

09/787661



**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

escheinigung

BEST AVAILABLE COPY

Das Institut für Halbleiterphysik Frankfurt (Oder) GmbH in Frankfurt, Oder/Deutsch-
land hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder poly-
kristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet"

am 21. September 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
H 01 L 21/331 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 25. Oktober 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Nietie

Aktenzeichen: 198 45 792.8

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet vorzuschlagen, bei dem gegenüber bisherigen Verfahren die Dicke der amorphen oder polykristallinen Schicht größer, die Homogenität der Abscheidung verbessert und damit die Oberflächenrauigkeit reduziert wird. Dabei sollen die isolierenden Eigenschaften des Isolatorgebietes mindestens beibehalten werden. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß durch Aufbringen einer geeigneten Ankeimschicht mit gutem Bekeimungsvermögen und isolierenden Eigenschaften auf dem Isolatorgebiet, die Bekeimung bei der Abscheidung der amorphen oder polykristallinen Schicht verbessert wird. Dadurch ist die Dicke der amorphen oder polykristallinen Schicht wesentlich größer als bei Weglassen der Ankeimschicht. Die größere Dicke der amorphen oder polykristallinen Schicht wird durch eine bessere Bekeimung erreicht, die eine Verkürzung der Induktionsperiode (Totzeit) für die Abscheidung auf der Isolatorschicht bewirkt. Die bessere und gleichmäßigere Bekeimung der Ankeimschicht verursacht eine homogene Abscheidung. Es entstehen Schichten mit gleichmäßiger Kornstruktur und geringer Oberflächenrauigkeit. Dadurch werden gleichmäßige elektrische Eigenschaften erreicht. Besonders eignet sich die Verwendung einer SiO_2 -Schicht als Isolatorschicht und einer Siliziumnitridschicht als Ankeimschicht.

(hierzu Fig. 1)

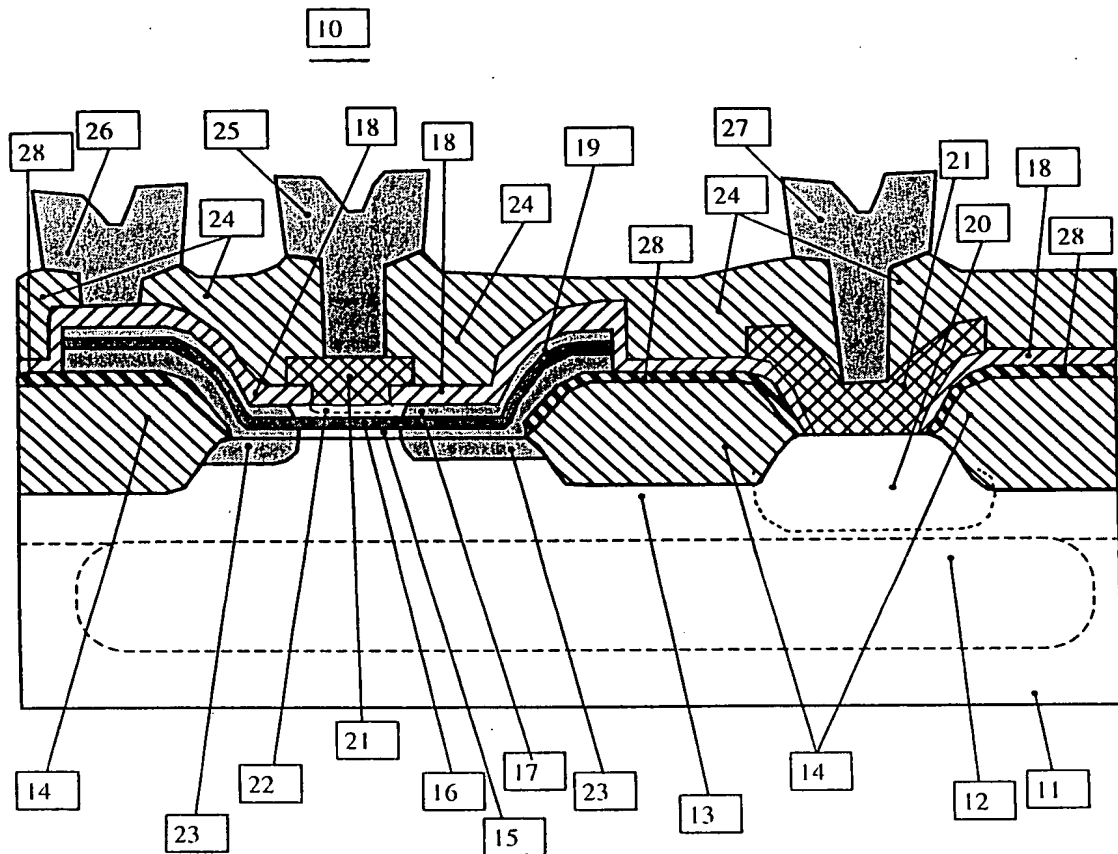


Fig. 1

Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet.

Amorphe oder polykristalline Schichten werden in der Halbleitertechnik in verschiedensten Bereichen eingesetzt.

Ein wichtiges Einsatzgebiet derartiger Schichten sind vertikale Bipolartransistoren für Hochgeschwindigkeitsanwendungen, die nach einer Einfach-Poly-Silizium-Technologie mit epitaktisch eingebrachten Basisschichten hergestellt werden. Bedingt durch die schlechte Bekeimung der üblicherweise verwendeten SiO_2 -Schicht als Isolatorschicht, ist die amorphe oder polykristalline Schicht aus Silizium in der Regel dünner als eine epitaktisch gewachsene Schicht. Zusätzlich wird durch die schlechte und ungleichmäßige Bekeimung der SiO_2 -Schicht eine homogene Abscheidung erschwert. Im Falle von polykristallinem Silizium entstehen unterschiedlich große Körner, die außerdem eine raue Oberfläche und ungleichmäßige elektrische Eigenschaften bedingen.

Bezüglich der Epitaxieschichtdicke ergeben sich zwei unterschiedliche Forderungen. Innerhalb des Emitterbereiches sollte eine hinreichend geringe Schichtdicke zwischen dem hochdotierten Emitter und der Basis vorhanden sein. Im äußeren Basisgebiet ist eine größere Dicke von Vorteil, um geringe Widerstände des Basisanschlusses zu ermöglichen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet vorzuschlagen, bei dem gegenüber bisherigen Verfahren die Dicke der amorphen oder polykristallinen Schicht größer, die Homogenität der Abscheidung verbessert und damit die Oberflächenrauigkeit reduziert wird. Dabei sollen die isolierenden Eigenschaften des Isolatorgebietes mindestens beibehalten werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß durch Aufbringen einer geeigneten Ankeimschicht mit gutem Bekeimungsvermögen und isolierenden Eigenschaften auf dem Isolatorgebiet, die Bekeimung bei der Abscheidung der amorphen oder polykristallinen Schicht verbessert wird. Dadurch ist die Dicke der amorphen oder polykristallinen Schicht wesentlich größer als bei Weglassen der Ankeimschicht. Die größere Dicke der amorphen oder polykristallinen Schicht wird durch eine bessere Bekeimung erreicht, die eine Verkürzung der Induktionsperiode (Totzeit) für die Abscheidung auf der Isolatorschicht bewirkt. Die bessere und gleichmäßigere Bekeimung der Ankeimschicht verursacht eine homogene Abscheidung. Es entstehen Schichten mit gleichmäßiger Kornstruktur und geringer Oberflächenrauigkeit. Dadurch werden gleichmäßige elektrische Eigenschaften erreicht.

Besonders eignet sich die Verwendung einer SiO_2 -Schicht als Isolatorschicht und einer Siliziumnitridschicht als Ankeimschicht.

Die Merkmale der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen schutzfähige Ausführungen darstellen, für die hier

Schutz beansprucht wird. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert.

Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Schematische Darstellung eines Bipolartransistors,

Fig. 2 Schematische Darstellung eines Bipolartransistors nach Fig. 1 während der Herstellung,

Fig. 3 Schematische Darstellung eines Schichtaufbaus vor der Epitaxie und

Fig. 4 Schematische Darstellung eines Schichtaufbaus nach der Epitaxie.

Beispiel 1:

Die Erfindung wird nun im Zusammenhang mit einem Einfach-Poly-Silizium-Prozeß mit epitaktisch erzeugter Basis beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Bipolartransistor 10. Auf dem halbleitenden Substratgebiet 11 vom Leitfähigkeitstyp I ist ein Kollektorgebiet vom Leitfähigkeitstyp II erzeugt worden. Sind Emitter und Kollektor z. B. n-leitend, ist die Basis vom p-Typ bzw. umgekehrt. Es sind mehrere Verfahren bekannt, die eine geeignete Kollektordotierung liefern. Dazu zählen zum Beispiel der in Fig. 1 gezeigte Aufbau mit einer hochdotierten, vergrabenen Schicht 12 und einer schwächer dotierten Epitaxieschicht 13, aber auch implantierte retrograde Wannen. Feldisulationsgebiet 14 trennt im hier dargestellten Beispiel den Bipolartransistor von anderen, in der Fig. nicht dargestellten Bauelementen und auch den Kollektoranschlußbereich vom aktiven Transistorgebiet. Es sind auch andere geeignete Isolationstechniken bekannt, wie z. B. verspacerte Mesa-Anordnungen. Ein Schachtimplant 20 ist in diesem Ausführungsbeispiel eingesetzt worden, um den Widerstand zwischen der aus hochdotiertem

Poly-Silizium bestehenden Kontaktschicht 21 und der vergrabenen Schicht 12 zu verringern. Auf dem Isolationsgebiet befindet sich erfindungsgemäß eine Schicht mit sehr gutem Bekeimungsvermögen und isolierenden Eigenschaften (Ankeimschicht) 28. In diesem Ausführungsbeispiel wird dafür Siliziumnitrid verwendet.

Eine Epitaxieschichtfolge, bestehend aus Pufferschicht 15, in-situ dotierter Basisschicht 16 vom Leitfähigkeitstyp I sowie aus der Deckelschicht 17, bedeckt die Emitterregion im aktiven Transistorbereich und mindestens einen Teil des Isolationsgebietes, versehen mit der Ankeimschicht 28. Die außerhalb des aktiven Transistorgebietes strukturierte Epitaxieschicht ist mit einem Dielektrikum 18 bedeckt.

Als wesentlich im Sinne der Erfindung ist die Verwendung einer dicken polykristallinen Schicht auf dem Isolatorgebiet anzusehen. Die speziellen Werte für die Dicke, den Dotandengehalt sowie die Materialzusammensetzung der Basis sind entsprechend den Erfordernissen der Funktion des Bipolartransistors einzustellen und unterliegen bezüglich dem Wesen der Erfindung keinen besonderen Anforderungen. Im dargestellten Beispiel besteht die Basisschicht aus Silizium, ist mit $2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ p-dotiert und sei 40 nm dick. Es können aber auch andere Materialkompositionen und Dotierungsprofile verwendet werden.

Der Einsatz einer dünnen Deckelschicht 17 über der Basisschicht ist möglich. Die Dotierung des Emitters im einkristallinen Silizium wird durch Ausdiffusion von Dotierstoff 22 aus der hochdotierten Poly-Silizium-Kontaktschicht 21 sichergestellt. Die abgeschiedene Dicke der Deckelschicht 17 beträgt typischerweise 50 nm.

Während die Puffer-, Basis- und Deckelschicht einkristallin über dem Silizium-Substrat wachsen, entstehen polykristalline Schichten 19 über dem mit der Ankeimschicht 28 versehenen Isolationsgebiet 14. Durch die Verwendung der Ankeimschicht 28 wird die Dicke der abgeschiedenen polykristallinen Schicht erfindungsgemäß vergrößert. Außerhalb der den

aktiven Transistorbereich überlappenden Poly-Silizium-Kontaktschicht 21 ist die Dotierung im Basisanschlußgebiet zusätzlich durch Implantation 23 vergrößert worden. Die Isolationsschicht 24 trennt Emitter-, Basis- und Kollektorkontakt. Vervollständigt wird der Transistoraufbau durch Metallkontakte für Emitter 25, Basis 26 und Kollektor 27.

Im folgenden wird die Herstellung eines Bipolartransistors gemäß der Erfindung dargelegt. Ausgangspunkt für das erfindungsgemäße Verfahren ist der in Fig. 2 dargestellte Aufbau. In p-dotiertes Silizium-Substrat 11 wird nach photolithographischer Strukturierung eine hochdotierte n-Schicht 12 per Implantation eingebracht und ausgeheilt. Anschließend wird epitaktisch eine schwach dotierte n-Schicht 13 abgeschieden. Übliche Prozeßschritte definieren das aktive Gebiet und erzeugen in den verbleibenden Gebieten Isolationsgebiete 14 (z. B. LOCOS). Danach wird erfindungsgemäß ganzflächig eine Ankeimschicht 28 abgeschieden und über dem aktiven Transistorgebiet geöffnet. Vorzugsweise wird für die Ankeimschicht 28 Siliziumnitrid verwendet. Mit Hilfe der differentiellen Epitaxie wird die Pufferschicht 15, die Basisschicht 16 und die Deckelschicht 17 abgeschieden. Durch die Verwendung der Ankeimschicht 28 wird die Bekeimung im Isolatorgebiet verbessert. Dadurch wird die Totzeit für die Abscheidung auf dem Isolatorgebiet reduziert. Als Resultat ist die polykristalline Schicht 19 auf dem Isolator wesentlich dicker als bei der Abscheidung ohne Verwendung der Ankeimschicht 28.

Nach photolithographischer Strukturierung einer Maske werden mit Hilfe eines Plasmaätzschrittes außerhalb des späteren Transistor- und Basisanschlußgebietes die abgeschiedenen Silizium- bzw. Poly-Silizium-Schichten mit Ätzstopp auf dem Isolationsgebiet 14 entfernt. Anschließend wird ein Dielektrikum 18, vorzugsweise Oxid, aufgebracht.

Durch photolithographische Strukturierung einer Lackmaske wird nun das Kollektoranschlußgebiet freigelegt und der Schachtimplant 20 eingebracht. Nach dem Entfernen dieser Lackmaske und der Strukturierung einer weiteren Lackmaske wird im Kollektoranschlußgebiet wie auch im Emitterbereich die Oxidschicht 18 naßchemisch geätzt. Der Prozeß wird fortgesetzt mit der Abscheidung einer amorphen Siliziumschicht. Diese kann bereits in-situ während oder im Anschluß an die Abscheidung durch Implantation dotiert werden. Mit einem Lithographieschritt werden Emitter- und Kollektorkontaktgebiet maskiert. In den übrigen Gebieten wird das amorphe Silizium bei einem Plasmaätzschritt mit Stopp auf der SiO_2 -Schicht entfernt. Bei der anschließenden Implantation der Basisanschlußgebiete werden Emitter- und Kollektorkontaktbereich durch die vorhandene Maskierung geschützt. Nach Entfernen der Maskierung und Abdeckung der entstandenen Oberfläche mit Oxid folgt eine Temperung zur Ausheilung der Implantationsschäden sowie zur Formierung des Poly-Emitters. Der Prozeß wird vervollständigt durch das Öffnen der Kontaktlöcher für Emitter, Basis und Kollektor und eine Standardmetallisierung für die Transistorkontakte.

Beispiel 2:

Ausgangspunkt für das erfindungsgemäße Verfahren ist in diesem Ausführungsbeispiel der in Fig. 3 dargestellte Schichtaufbau vor der Epitaxie. Auf Silizium-Substrat 30 ist eine aus SiO_2 bestehende Isolatorschicht 31 abgeschieden und mit Hilfe photolithographischer Prozesse strukturiert worden. Außerdem wird erfindungsgemäß die Isolatorschicht 31 teilweise durch eine strukturierte, aus Siliziumnitrid bestehende Ankeimschicht 32 bedeckt. Im Ergebnis des Epitaxieschrittes, dargestellt in Fig. 4, entsteht auf unbedecktem Siliziumsubstrat eine einkristalline Schicht. Die auf Isolatorschicht 31 und Ankeimschicht 32 gewachsenen

polykristallinen Siliziumschichten 33 unterscheiden sich in Struktur und Dicke. Im Vergleich zur polykristallinen Schicht 33 auf der Isolatorschicht 31 besitzt die auf der Ankeimschicht 32 befindliche polykristalline Schicht 33 eine homogenere, feinkörnigere Struktur größerer Dicke.

In der vorliegenden Erfindung wurde anhand konkreter Ausführungsbeispiele ein Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet erläutert. Es sei aber vermerkt, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die Einzelheiten der Beschreibung in den Ausführungsbeispielen eingeschränkt ist, da im Rahmen der Patentansprüche Änderungen und Abwandlungen beansprucht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Siliziumschicht auf einem Isolatorgebiet (14, 31), **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Verbesserung der Bekeimung auf dem Isolatorgebiet (14, 31) eine Ankeimschicht (28, 32) mit gutem Bekeimungsvermögen und isolierenden Eigenschaften erzeugt wird, durch die bei der Abscheidung amorpher oder polykristalliner Schichten (19, 33) die Dicke wesentlich größer, die Homogenität der Abscheidung verbessert, die Korngrößenverteilung bei polykristallinen Schichten (19, 33) gleichmäßiger und die Oberflächenrauigkeit geringer ist als bei Weglassen der Ankeimschicht (28, 32).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Isolatorschicht (14, 31) vorzugsweise eine SiO_2 -Schicht und als Ankeimschicht (28, 32) vorzugsweise Siliziumnitrid verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ankeimschicht (28, 32) vor einer differentiellen Epitaxie aufgebracht wird und damit die amorphe oder polykristalline Schicht (19, 33) auf dem Isolatorgebiet (14, 31) und eine epitaktische Schicht auf dem einkristallinen Substrat (11, 30) entsteht.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die amorphe oder polykristalline Schicht (19, 33) aus Siliziumgermanium besteht.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die amorphe oder polykristalline Schicht (19, 33) Kohlenstoff oder Sauerstoff als ein diffusionshemmendes Mittel enthält.

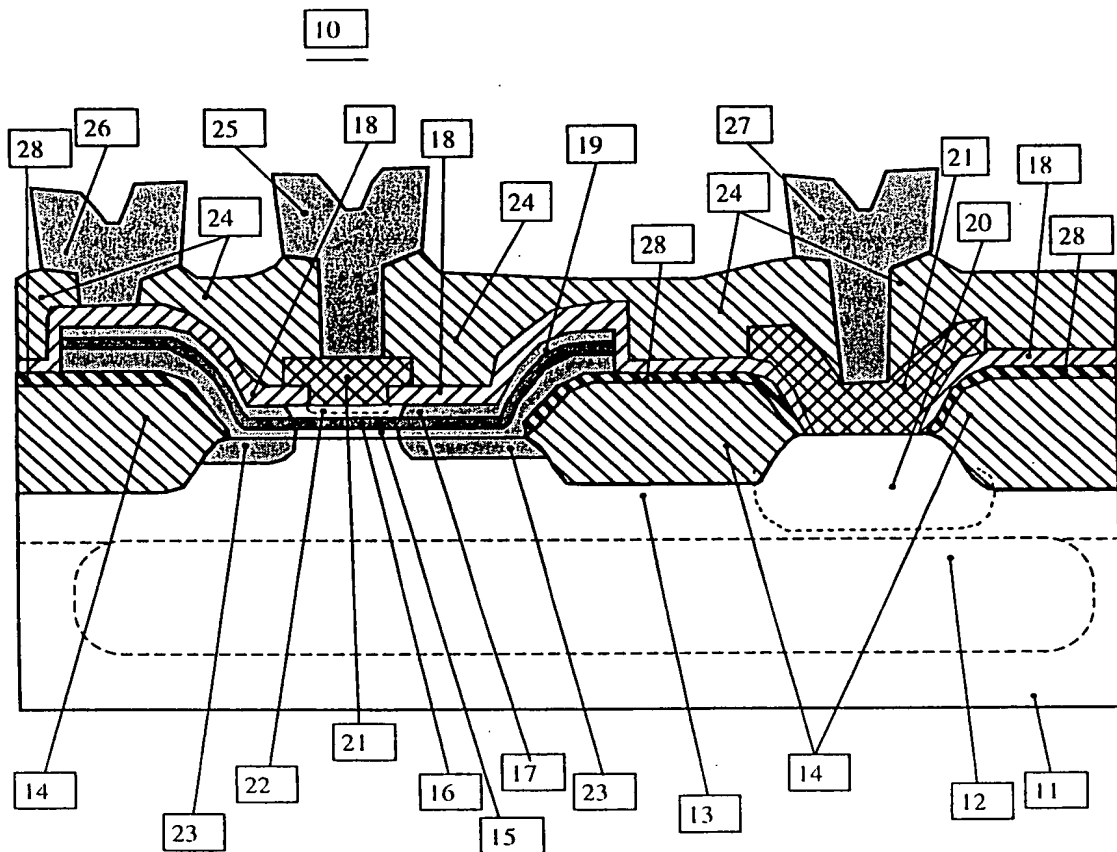


Fig. 1

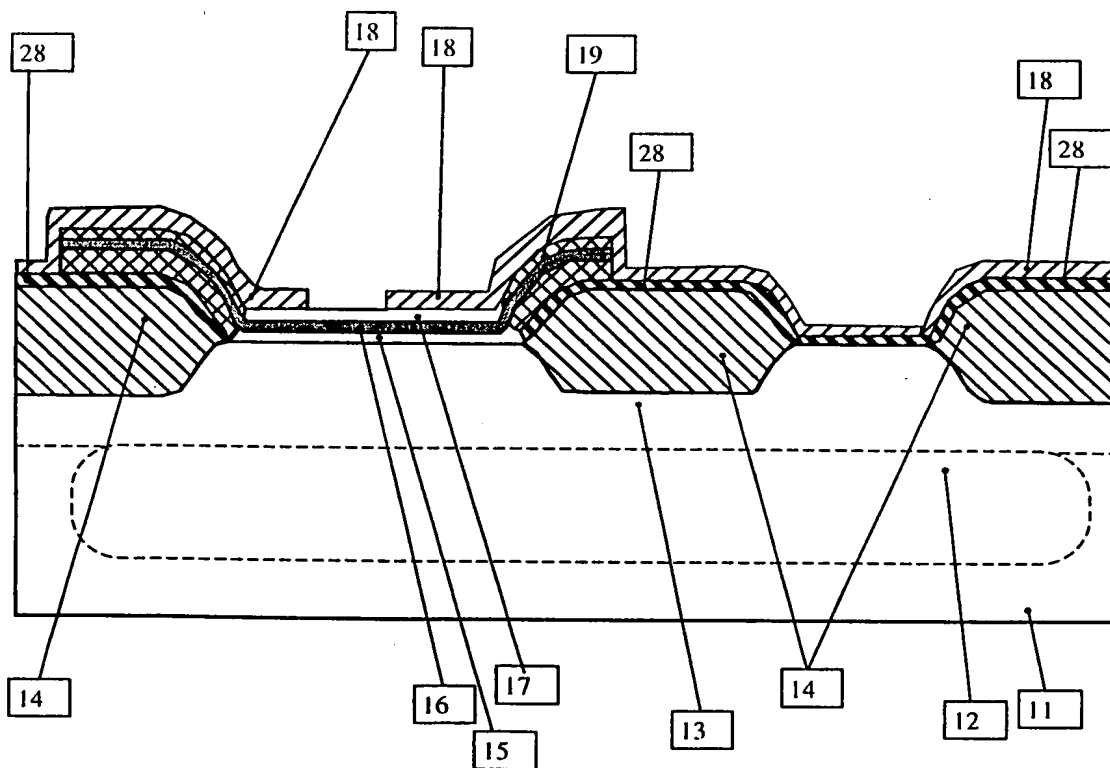


Fig. 2

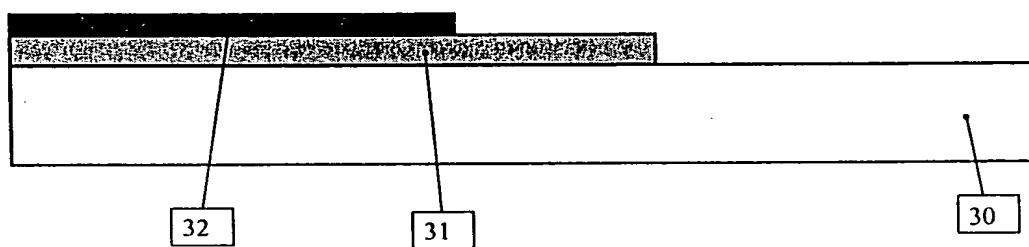


Fig. 3

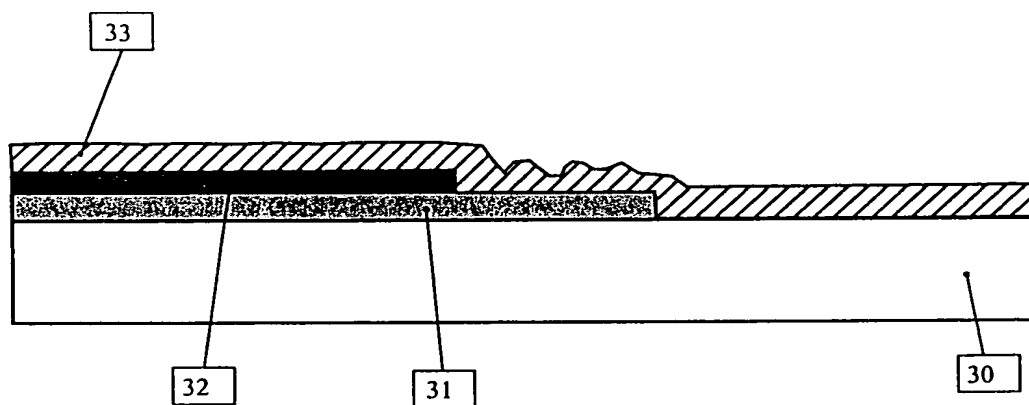


Fig. 4

An das
Deutsche Patentamt

80297 München

DEUTSCHES PATENTAMT

(1) Sendungen des Deutschen Patentamtes sind zu richten an:

Patentanwalt
Wolfgang Heitsch
Göhlisdorfer Straße 25 g
14778 Jeserig

Antrag
auf Erteilung
eines Patents

1

Aktenzeichen
198 45 792.8

(2) Zeichen des Anmelders/Vertreters (max. 20 Stellen)
IHP.126.98

Telefon des Anmelders/Vertreters
033207 51138

Datum
21.09.1998

(3) Der Empfänger in Feld (1) ist der

☐ Anmelder

☐ Zustellungsbevollmächtigte

☒ Vertreter

ggf. Nr. der Allgemeinen Vollmacht

(4) Anmelder

Institut für Halbleiterphysik
Frankfurt (Oder) GmbH
Walter-Korsing-Straße 2
15230 Frankfurt (Oder)

Vertreter

wie 1)

(5) Anmeldercode-Nr.

521 8438

Vertretercode-Nr.
219 444

245 208

Zustelladreßcode-Nr.

6882676

(6) Bezeichnung der Erfindung (bei Überlänge auf gesondertem Blatt - 2fach)

ERF

5

24

Verfahren zur Erzeugung einer amorphen oder polykristallinen Schicht auf einem Isolatorgebiet

(7) Sonstige Anträge

☐ Die Anmeldung ist Zusatz zur Patentanmeldung (zum Patent)

☐ Prüfungsantrag - Prüfung der Anmeldung mit Ermittlung der öffentlichen Druckschriften (§ 44 Patentgesetz)

☒ Recherchenantrag - Prüfung der Anmeldung mit Ermittlung der öffentlichen Druckschriften ohne Prüfung (§ 43 Patentgesetz)

☒ Lieferung von Ablichtungen der ermittelten Druckschriften im

☐ Aussetzung des Erteilungsbeschlusses auf

Monate

☐ Prüfungsverfahren

☒ Recherchenverfahren

(§ 49 Abs. 2 Patentgesetz) (Max. 15 Mon. ab Anmelde- oder Prioritätstag)

Aktenzeichen der Hauptanmeldung (des Hauptpatents)

(8) Erklärungen

☐ Teilung/Ausscheidung aus der Patentanmeldung

☐ an Lizenzvergabe interessiert (unverbindlich)

☐ mit vorzeitiger Offenlegung und damit freier Akteneinsicht einverstanden

(§ 31 Abs. 2 Nr. 1 Patentgesetz)

☐ Inländische Priorität (Datum, Aktenzeichen der Voranmeldung)

☐ Ausländische Priorität (Datum, Land, Aktenz. der Voranmeldung)

bei Überlänge auf gesondertem Blatt - 2fach)

(Bitte vollständige Abschrift(en) der Voranmeldung(en) beifügen)

Gebühreuzahlung in Höhe von 330,- DM

☐ Scheck
ist beigefügt

☒ Überweisung (nach Erhalt
der Empfangsbescheinigung)

☐ Gebührenmarken sind beigefügt
(bitte nicht auf d. Rückseite kleben,
ggf. auf gesond. Blatt)

☐ Nr.

Abbuchung von meinem/unserem
Abbuchungskonto b. d. Dresdner Bank AG,
München

Anlagen

1.

Vertretervollmacht

2.

Erfinderbenennung

3.

Zusammenfassung (ggf. mit Zeichnung Fig. 1)

4.

Seite(n) Beschreibung

5.

ggf. Bezugszeichenliste

6.

Seite(n) Patentansprüche

7.

Anzahl Patentansprüche

8.

Blatt Zeichnungen

9.

Abschrift(en) d. Voranmeld.

☐ Telefax vorab am

(12) Unterschrift(en)

Wolfgang Heitsch

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)